

CONNECTION STRUCTURE FOR HIGH FREQUENCY TRANSMISSION LINE

Patent Number: JP11340701
Publication date: 1999-12-10
Inventor(s): UCHIMURA HIROSHI
Applicant(s): KYOCERA CORP
Requested Patent: ☐ JP11340701
Application Number: JP19980147292 19980528
Priority Number(s):
IPC Classification: H01P1/04; H01P3/12
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a connection structure capable of easily performing connection provided with excellent characteristics for the connection of the high frequency transmission lines of a circuit board for a high frequency or the like with each other.

SOLUTION: In this connection structure of the high frequency transmission line, an opening part 35a formed at a first high frequency transmission line 38 and an opening part 39a formed at a second high frequency transmission line 43 are made to face each other and the opening parts 35a and 39a are connected through a conductive connection member arranged with an interval less than 1/2 of the signal wavelength of high frequency signals along the periphery of the opening. The unrequired radiation and reflection of the high frequency signals are not generated and the high frequency transmission lines are connected with each other with the excellent characteristics.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

Excerpt from
Japanese Patent Laid-Open Publication NO. Hei 11-340701

[0032]

A conductive connection member 33 for connecting a first high-frequency transmission line 38 and a second high frequency transmission line 43 at opening portions 35a and 39a, connects the opening portions 35a and 39a by arranging the connection member with a gap of less than $1/2$, preferably $1/4$ or less, of the signal wavelength along the periphery of the opening of the opening portions 35a and 39a disposed to face each other so as to surround the opening and bond to main conductive layers 35 and 39 in this example. Because the smaller the gap between the conductive connection members 33, the less leakage of high frequency signals for achieving more preferable connection, it is desirable to set the gap between centers of the conductive connection members 33 as described above and make the distance between the conductive connection members 33 smaller than the above described gap.

[0033]

Further, with regard to the size of the conductive connection member 33, the width of the conductive connection member 33 along the direction of the opening is not particularly limited as long as it can be actually used. Similarly, the thickness of the conductive connection member which is orthogonal to the above width is not also particularly limited.

[0034]

On the other hand, it is also desirable that the height of the conductive connection member 33 corresponding to the gap between the opening portions 35a and 39a be minimized so as to reduce the leak of high frequency signals, to less than a half, and preferably a quarter or less, of the signal wavelength, for example. By minimizing the gap between the conductive connection members 33 and the height thereof as described above, it is possible to eliminate the leak of high frequency signals

from the connection portion, thereby achieving a connection structure having preferable high frequency characteristics.
[0035]

As the conductive connection member 33 described above, a conductive ball such as a solder bump and a gold bump, or members formed by thick film printing using copper, silver, molybdenum, tungsten, or the like, for example, may be used, which is appropriately selected in accordance with the specification of the high frequency transmission lines to be connected, the high frequency circuit board on which the high frequency transmission line is formed, or the like, and the conditions of a high frequency signal to be transmitted, or the like.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-340701

(43) 公開日 平成11年(1999)12月10日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 P 1/04
3/12

識別記号

F I

H 0 1 P 1/04
3/12

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-147292

(22) 出願日 平成10年(1998) 5月28日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地

(72) 発明者 内村 弘志

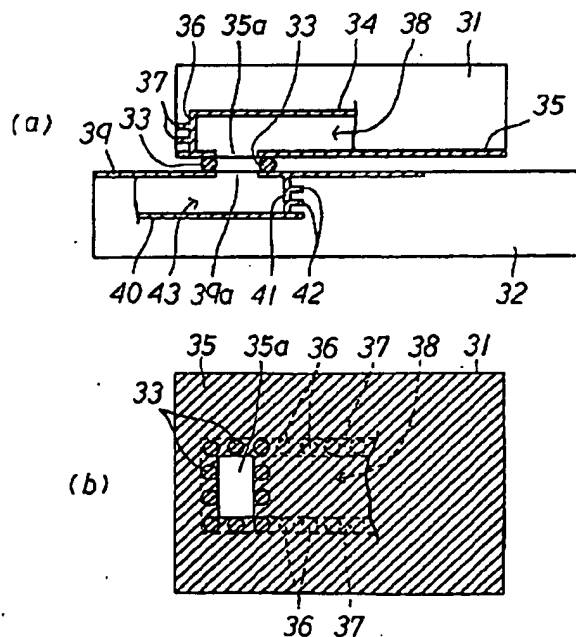
京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京
セラ株式会社中央研究所内

(54) 【発明の名称】 高周波伝送線路の接続構造

(57) 【要約】

【課題】 高周波用回路基板等の高周波伝送線路同士の接続について優れた特性を有し、かつ容易に接続できる接続構造を提供する。

【解決手段】 第1の高周波伝送線路38に形成した開口部35aと第2の高周波伝送線路43に形成した開口部39aとを対向させ、これら開口部35a・39a間をその開口の周囲に沿って高周波信号の信号波長の2分の1未満の間隔で配置した導電性接続部材33を介して接続する高周波伝送線路の接続構造である。高周波信号の不要放射や反射が生じず、高周波伝送線路同士を良好な特性で接続することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の高周波伝送線路に形成した開口部と第 2 の高周波伝送線路に形成した開口部とを対向させ、これら開口部間をその開口の周囲に沿って高周波信号の信号波長の 2 分の 1 未満の間隔で配置した導電性接続部材を介して接続したことを特徴とする高周波伝送線路の接続構造。

【請求項 2】 前記第 1 および第 2 の高周波伝送線路の前記開口部間ならびに前記導電性接続部材の周囲に誘電体樹脂を充填したことを特徴とする請求項 1 記載の高周波伝送線路の接続構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、マイクロ波やミリ波等の高周波信号を伝達するための高周波伝送線路を有する回路基板や高周波用半導体素子収納用パッケージ等をキャリア基板に実装する際などに両者の高周波伝送線路を接続するための高周波伝送線路の接続構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年に至り、マイクロ波やミリ波等の高周波信号を利用した通信システム、例えば I D カードシステム・無線 LAN・車載レーダ等のシステムの開発が盛んに行なわれており、これらの機器に使用される配線基板や高周波素子収納用パッケージ等の高周波用回路基板を高性能化することが求められている。

【0003】 このような高周波用回路基板の高周波伝送線路を他の高周波用回路基板の高周波伝送線路と接続する場合、例えば高周波用回路基板のキャリア基板への実装においては、従来、高周波伝送線路同士をワイヤや金リボン、あるいは導電性接続部材、例えば半田パンプ等の導電性ボールにより接続されていた。

【0004】 このうち、高周波伝送線路同士を導電性ボールにより接続した例を図 8 に断面図で示す。図 8 において、1 は高周波用回路基板、2 はキャリア基板、3 は導電性ボールであり、4 は高周波用回路基板 1 中に形成された高周波伝送線路としてのストリップライン、5 はストリップライン 4 の一端に接続され、高周波伝送線路を基板 1 表面に引き出すための貫通導体、6 はキャリア基板 2 上に形成された高周波伝送線路としてのマイクロストリップライン、7・8 はグランド導電層である。従来は、このような高周波伝送線路の接続構造により、高周波用回路基板 1 の高周波伝送線路（ストリップライン 4）とキャリア基板 2 の高周波伝送線路（マイクロストリップライン 6）とを導電性ボール 3 により接続して高周波信号の伝送が行なわれていた。

【0005】 ところで、これら高周波用回路基板に用いられる高周波伝送線路としては、一般的には上記のようなマイクロストリップラインやストリップラインが主に用いられているが、近年、図 5 に概略斜視図で示すよう

な、例えば特開平 6-53711 号公報に開示されている誘電体導波管線路や、図 6 または図 7 に概略斜視図で示すような、本発明者等が提案している誘電体導波管線路または積層型導波管が用いられるようになってきている。

【0006】 図 5 および図 6 において、11 は誘電体基板、12・13 は誘電体基板 11 を挟持する一対の主導体層、14 は信号伝送方向に信号波長の 2 分の 1 未満の間隔で主導体層 12・13 間を電気的に接続して形成された 2 列の側壁用貫通導体群である。

【0007】 図 5 および図 6 によれば、所定の厚み a の誘電体基板 11 を挟持する位置に一対の主導体層 12・13 が形成されており、主導体層 12・13 は誘電体基板 11 の少なくとも導波管線路形成位置を挟む上下面に形成されている。また、主導体層 12・13 間には主導体層 12 と 13 とを電気的に接続するスルーホール導体やビアホール導体等の貫通導体が多数設けられ、2 列の側壁用貫通導体群 14 を形成している。

【0008】 2 列の側壁用貫通導体群 14 は、所定間隔（幅） b をもって、信号伝送方向に信号波長の 2 分の 1 未満の所定間隔 c をもって形成されており、これによりこの誘電体導波管線路における側壁を形成している。

【0009】 ここで、シングルモードで用いる場合には誘電体基板 11 の厚み a すなわち一対の主導体層 12・13 間の間隔を間隔 b に対して 2 分の 1 程度または 2 倍程度とすることがよく、図 5 および図 6 の例では誘電体導波管の H 面と E 面に当たる部分がそれぞれ主導体層 12・13 と側壁用貫通導体群 14 で形成され、間隔 b に対して厚み a を 2 倍程度とすれば、誘電体導波管の E 面と H 面に当たる部分がそれぞれ主導体層 12・13 と側壁用貫通導体群 14 で形成されることとなる。また、間隔 c が信号波長（遮断波長）の 2 分の 1 未満の間隔に設定されることで側壁用貫通導体群 14 が電気的な壁を形成している。

【0010】 このような構成により、平行に配置された一対の主導体層 12・13 間には TEM 波が伝播できるため、側壁用貫通導体群 14 の間隔 c が信号波長 λ の 2 分の 1 よりも大きいと、この導波管線路に電磁波を給電しても、ここで作られる疑似的な導波管に沿って伝播しない。しかし、側壁用貫通導体群 14 の間隔 c が信号波長 λ の 2 分の 1 よりも小さいと、電磁波は導波管線路に対して積層面内の垂直方向に伝播することができず、反射しながら導波管線路の信号伝送方向に伝播される。その結果、図 5 および図 6 の構成によれば、一対の主導体層 12・13 および 2 列の側壁用貫通導体群 14 によって囲まれる断面積が $a \times b$ のサイズの領域が誘電体導波管線路 15 となる。

【0011】 また、図 6 における 16 は側壁用貫通導体群 14 の各列を形成する貫通導体同士を電気的に接続する、主導体層 12・13 と平行に形成された副導体層であり、所望により適宜形成される。このような副導体層 16 を形成することにより、誘電体導波管線路 15 の内部から見ると

線路の側壁は側壁用貫通導体群14と副導体層16とによって細かな格子状になり、線路からの電磁波の遮蔽効果をさらに高めることができる。

【0012】なお、これらの態様では側壁用貫通導体群14は2列に形成したが、この側壁用貫通導体群14を4列あるいは6列に配設して、側壁用貫通導体群14による疑似的な導体壁を2重・3重に形成することにより、導体壁からの電磁波の漏れをより効果的に防止することができる。

【0013】図5および図6に示すような誘電体導波管線路によれば、誘電体導波管による伝送線路となるので、その導波管サイズは誘電体基板11の比誘電率を ϵ とすると通常の導波管の $1/\sqrt{\epsilon}$ の大きさになる。従って、誘電体基板11を比誘電率 ϵ の大きい材料によって構成するほど、導波管サイズは小さくすることができ、高密度に配線が形成される多層配線基板または半導体素子収納用パッケージあるいは車間レーダの伝送線路として利用可能な大きさになるというものである。

【0014】次に、図7において、21は誘電体層、22は導体層、23はビア導体やスルーホール導体等の貫通導体、24はこの構造により構成される導波管線路である。なお、誘電体層21は導体層22群と貫通導体23群とにより構成される導体部の空間にも充填されている。

【0015】図7によれば、厚さCの誘電体層21が複数層積層され、各々の誘電体層21には導波管線路24の断面形状の輪郭に沿って誘電体層21の積層方向に所定間隔をもって多数の貫通導体23が形成されている。また、貫通導体23群には、すべての貫通導体23群と電気的に接続し、貫通導体23群を取り囲むように、複数の導体層22が互いに平行に形成されている。なお、導体層22群は、貫通導体23群の形成間隔および厚みC、つまり導体層22群の間隔は、伝播する高周波信号の波長の2分の1よりも小さい間隔で形成されている。

【0016】このような構成により、この縦型の積層型の導波管線路24は、積層方向に延びる貫通導体23群と、平行に形成された複数の導体層22群との格子面によって導波管壁が形成される。

【0017】図7のような積層型導波管線路によれば、導波管線路24内に入力された高周波信号（電磁波）は貫通導体23群および導体層22群間から外部に漏れることなく導波管線路24内を伝播し、これにより、この例の場合であれば、断面形状がA×Bの矩形の導波管線路24を積層方向に構成することができるというものである。

【0018】そして、これら図5～図7に示したような導波管線路は、マイクロストリップラインやストリップラインに比べ伝送特性が優れている特長がある。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図8に示したような従来の高周波伝送線路の接続構造では、ストリップ線路4から垂直に高周波伝送線路を落とすため

に貫通導体5を用いているが、この伝送線路が垂直方向に変化する不連続点においてパラレルプレートモードが発生し、高周波信号の一部が放射することにより伝送特性が劣化するという問題点があった。また、一般に貫通導体5および導電性ボール3ではストリップラインと特性インピーダンスが大きく異なるため、そこで高周波信号の反射が発生するという問題点があった。さらに、高周波信号が高周波用回路基板1からキャリア基板2に入ってマイクロストリップライン6に伝播しても、マイクロストリップライン6上に上部の高周波用回路基板1のある部分とない部分とで線路における特性インピーダンスが異なるために、マイクロストリップライン6の途中で高周波信号の反射が発生するという問題点もあった。

【0020】一方、図5～図7に示したような誘電体導波管線路や積層型導波管線路を用いて高周波伝送線路同士を接続する構造も考えられ、この場合には上記のような特性インピーダンスの不一致は少なく、不要放射等の問題はないが、導波管線路の接続部分において接続のために給電ピンを必要とするため、この給電ピンの特性により用いることができる周波数帯域が狭くなるという問題点があった。

【0021】本発明は上記事情に鑑みて案出されたものであり、その目的は、高周波用回路基板または高周波素子収納用パッケージをキャリア基板に接続する場合のような高周波伝送線路の接続構造において、高周波信号の不要放射や反射が少なく、また容易に接続可能な高周波伝送線路の接続構造を提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記の問題点に対して検討を重ねた結果、高周波伝送線路として誘電体線路・積層型導波管・NRD (Non Radiative Dielectric) ガイド等の中心導体を持たない高周波伝送線路を用い、これらの接続部においてその高周波伝送線路を構成する接地導体層に結合用の窓としての開口部を開けてこれら開口部を対向させ、その開口の周囲に導電性ボール等の導電性接続部材を信号波長の2分の1未満の間隔で並べることにより、高周波信号の不要放射や反射を抑制して、しかも容易に電磁氣的に高周波信号を接続することができ、これにより優れた接続構造を提供できることを見出した。

【0023】さらに、上記構造において開口部間に導電性接続部材の高さ分だけの空気層が形成されることにより生じる特性インピーダンスの不連続をできるだけ緩和するために、この開口部間の隙間に高周波伝送線路の内部に用いられている誘電体と同程度あるいは所定比率の比誘電率を持つ誘電体樹脂を充填することにより、より優れた高周波特性を有する高周波伝送線路の接続構造が提供できることを見出した。

【0024】本発明の高周波伝送線路の接続構造は、第1の高周波伝送線路に形成した開口部と第2の高周波伝

送線路に形成した開口部とを対向させ、これら開口部間をその開口の周囲に沿って高周波信号の信号波長の2分の1未満の間隔で配置した導電性接続部材を介して接続したことを特徴とするものである。

【0025】また、本発明の高周波伝送線路の接続構造は、上記構成において、前記第1および第2の高周波伝送線路の前記開口部間ならびに前記導電性接続部材の周囲に誘電体樹脂を充填したことを特徴とするものである。

【0026】本発明の高周波伝送線路の接続構造によれば、第1および第2の高周波伝送線路を構成する接地導体の一部に形成した開口部を対向させ、開口部間をその開口の周囲に沿って高周波信号の信号波長の2分の1未満の間隔で配置した導電性接続部材を介して接続したことから、開口部が形成された接地導体層間を接続した導電性接続部材の間から電磁波は漏れることがなく、従って、第1および第2の高周波伝送線路の接続部で電磁波が漏れないことにより、優れた高周波伝送線路の接続構造とすることができる。

【0027】また、対向させた開口部間ならびに開口の周囲に配置した導電性接続部材の周囲に誘電体樹脂を充填した場合には、高周波伝送線路の接続部分において開口部間に導電性接続部材の高さ分の比誘電率の不連続部分が介在することにより生じる特性インピーダンスの不連続を緩和することができ、より優れた高周波特性を有する高周波伝送線路の接続構造とすることができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の高周波伝送線路の、接続構造の実施の形態の例について図1～図4に基づいて説明する。

【0029】図1は、本発明の高周波伝送線路の接続構造の実施の形態の一例として、高周波用回路基板をキャリア基板へ実装した場合であって、高周波伝送線路として図6に示す積層型の誘電体導波管線路を用いた場合の例を示すものであり、図1(a)は高周波用回路基板をキャリア基板に実装した状態の断面図、図1(b)は高周波用回路基板の下面図である。

【0030】これらの図において、31は高周波用回路基板、32はキャリア基板、33は導電性ボール等の導電性接続部材である。高周波用回路基板31には、誘電体から成る基板中に、誘電体を挟持する一対の主導体層34・35と、高周波信号の伝送方向に信号波長の2分の1未満の間隔で主導体層34・35間を電気的に接続して形成された2列の側壁用貫通導体36群とを具備する第1の誘電体導波管線路（高周波伝送線路）38が形成されている。また、キャリア基板32中にも同様に、誘電体から成る基板中に、誘電体を挟持する一対の主導体層39・40と、高周波信号の伝送方向に信号波長の2分の1未満の間隔で主導体層39・40間を電気的に接続して形成された2列の側壁用貫通導体41群とを具備する第2の誘電体導波管線路

（高周波伝送線路）43が形成されている。なお、37および42は副導体層であり、それぞれ主導体層34・35、39・40間に主導体層と平行に形成され、側壁用貫通導体36、41群と電気的に接続されている。

【0031】また、35aは第1の誘電体導波管線路38の一方の主導体層35に形成された結合用窓としての開口部であり、39aは第2の誘電体導波管線路43の一方の主導体層39に形成された結合用窓としての開口部である。これら開口部35a・39aは、それぞれその開口の中心が高周波伝送線路38・43の端面より管内波長の2分の1程度となるように設定する。これにより、高周波伝送線路38（43）を伝播してきた電磁波と端面で反射した電磁波とが同位相となり強め合うので、開口部35a（39a）での結合が強いものとなる。

【0032】そして、第1の高周波伝送線路38と第2の高周波伝送線路43とをその開口部35a・39a同士で接続するための導電性接続部材33は、対向させた開口部35a・39aの開口の周囲に沿ってその開口を取り囲むように、その間隔を信号波長の2分の1未満、好ましくは4分の1以下に設定して配置し、この例であれば主導体層35および39に接合させることにより開口部35a・39aを接続する。この導電性接続部材33間の隙間は狭い程高周波信号の漏れが少なくなって良好な接続ができるので、導電性接続部材33の中心間の間隔を上記のように設定して、導電性接続部材33間の隙間を上記の間隔より狭いものとするのが望ましい。

【0033】また、導電性接続部材33の大きさは、開口に沿った方向の幅については、実際に用いることができれば特に制限はない。また、それに直交する方向の厚みについても、同様に特に制限はない。

【0034】一方、開口部35a・39a間の隙間に相当する導電性接続部材33の高さも、高周波信号の漏れを抑制するためにできるだけ小さくすることが望ましく、例えば信号波長の2分の1未満、好ましくは4分の1以下とするとよい。このように、導電性接続部材33の間隔および高さをできるだけ小さくすることにより、この接続部分からの高周波信号の漏れをなくことができ、良好な高周波特性を有する接続構造とすることができる。

【0035】このような導電性接続部材33としては、例えば半田バンプや金バンプ等のような導電性ボール、あるいは銅・銀・モリブデン・タングステン等を用いた厚膜印刷によるものなどを用いることができ、接続する高周波伝送線路やその高周波伝送線路が形成された高周波用回路基板等の仕様ならびに伝送する高周波信号の条件等に応じて適宜選択される。

【0036】このような本発明の高周波伝送線路の接続構造によれば、高周波用回路基板31に形成された積層型の第1の誘電体導波管線路38の内部を伝播してきた高周波信号は、一方の主導体層35に設けた結合用窓としての開口部35aから導電性接続部材33を介して、キャリア基

板32内の積層型の第2の誘電体導波管線路43とその主導体層39の開口部39aを通過して結合し、その後、第2の誘電体導波管線路43に沿って伝播して行く。

【0037】しかも、このような接続構造によれば、従来のように信号線導体を導電性部材で接続するのではなく、高周波信号の伝播領域を形成する接地導体を導電性部材で接続するため、接続の位置精度を緩和することができ、また、エネルギーの導体損失も低減できることから、高周波伝送線路同士を容易に接続することができる。

【0038】なお、この例では、高周波伝送線路として図6に示す積層型の誘電体導波管線路を用いた場合を示したが、まったく同様にして、図5に示した誘電体導波管線路を用いてもよい。これら誘電体導波管線路を高周波伝送線路に用いた場合には、結合部において電磁界が多少乱れたとしても、マイクロストリップ線路等と異なり、電磁波を伝送線路内に閉じ込める構造となっているため、電磁波の漏れがない優れたものとなる。

【0039】次に、図2は、本発明の高周波伝送線路の接続構造の実施の形態の一例として、高周波用回路基板をキャリア基板へ実装した場合であって、高周波伝送線路として図7に示す縦型の積層型導波管線路を用いた場合の例を示すものであり、図2(a)は高周波用回路基板をキャリア基板に実装した状態の断面図、図2(b)は高周波用回路基板の下面図である。

【0040】これらの図において、51は高周波用回路基板、52はキャリア基板、53は導電性接続部材である。高周波用回路基板51には、誘電体から成る基板に、導波管線路57の断面形状の開口を有する複数層の導体層54および55が所定間隔で互いに平行に形成されるとともに、その断面形状の輪郭に沿って所定間隔をもって多数の貫通導体56が形成され、導体層54および55は貫通導体56群を取り囲むようにしてすべての貫通導体56群を電気的に接続しており、これにより縦型の第1の積層型導波管線路（高周波伝送線路）57が形成されている。また、キャリア基板52中にも同様に、誘電体から成る基板に、導波管線路61の断面形状の開口を有する複数層の導体層58および59が所定間隔で互いに平行に形成されるとともに、その断面形状の輪郭に沿って所定間隔をもって多数の貫通導体60が形成され、導体層58および59は貫通導体60群を取り囲むようにしてすべての貫通導体60群を電気的に接続しており、これにより縦型の第2の積層型導波管線路（高周波伝送線路）61が形成されている。

【0041】また、高周波用回路基板51の表面に位置する導体層54には結合用窓としての開口部54aが形成され、キャリア基板52の表面に位置する導体層58にも結合用窓としての開口部58aが形成されており、これら開口部54a・58aが互いに対向している。

【0042】そして、第1の高周波伝送線路57と第2の高周波伝送線路61とをその開口部54a・58a同士で接続

するための導電性接続部材53は、対向させた開口部54a・58aの開口の周囲に沿ってその開口を取り囲むように、その間隔を信号波長の2分の1未満、好ましくは4分の1以下に設定して配置し、この例であれば導体層54および58に接合させることにより開口部54a・58aを接続する。

【0043】このような本発明の高周波伝送線路の接続構造によれば、高周波用回路基板51に形成された縦型の第1の積層型導波管線路57の内部を伝播してきた高周波信号は、導体層54に設けた結合用窓としての開口部54aから導電性接続部材53を介して、キャリア基板52内の縦型の第2の積層型導波管線路61とその導体層58の開口部58aを通過して結合し、その後、第2の積層型導波管線路61に沿って伝播して行く。

【0044】この例のように積層型導波管線路を高周波伝送線路に用いた場合には、図6に示した積層型の誘電体導波管線路を用いた場合と同様に、電磁波を伝送線路内に閉じ込める構造となっているため、結合部において電磁界が多少乱れたとしても電磁波の漏れがない優れたものとなる。

【0045】次に、図3は、本発明の高周波伝送線路の接続構造の実施の形態の一例として、高周波用回路基板をキャリア基板へ実装した場合であって、高周波伝送線路として、高周波用回路基板にはNRDガイドを、キャリア基板には図6に示す積層型の誘電体導波管線路を用いた場合の例を示すものであり、図3(a)は高周波用回路基板をキャリア基板に実装した状態の断面図、図3(b)は高周波用回路基板の下面図である。

【0046】これらの図において、71は高周波用回路基板、72はキャリア基板、73は導電性接続部材である。高周波用回路基板71には、高周波信号の半波長以下の間隔で平行に配置された2枚の導体板74・75間に、導体板74・75間に存在する誘電体媒質（通常は空気、あるいは誘電体ストリップ76よりも小さな誘電率の誘電体）よりも大きな誘電率を有する所定幅の誘電体ストリップ76が挿入されており、これにより第1の高周波伝送線路としてNRDガイド77が形成されている。

【0047】ここで、NRDガイド77について簡単に説明する。半波長以下の間隔で平行に配置された2枚の導体板74・75に平行に偏波した電磁波は遮断されて伝搬しない。このような遮断平行平板導体路に所定幅の誘電体ストリップ76を挿入すると、誘電体ストリップ76中では伝搬波長が短縮されるため遮断状態が解消され、誘電体ストリップ76に沿って電磁波を伝搬させることができる。この場合、誘電体ストリップ76が曲がっていても導体板74・75の遮断効果により放射波は伝搬せず、伝搬エネルギーはほとんど誘電体ストリップ76中に閉じ込められるので、不要放射や放射損失が抑制され、周囲への影響を生じることもなく、極めて高性能な誘電体線路となるものである。

【0048】一方、キャリア基板72中には、図1に示したキャリア基板31と同様に、誘電体から成る基板中に、誘電体を挟持する一対の主導体層78・79と、高周波信号の伝送方向に信号波長の2分の1未満の間隔で主導体層78・79間を電氣的に接続して形成された2列の側壁用貫通導体80群とを具備する第2の高周波伝送線路である誘電体導波管線路82が形成されている。なお、81は副導体層であり、主導体層78・79間に主導体層と平行に形成され、側壁用貫通導体80群と電氣的に接続されている。

【0049】なお、この場合の誘電体導波管線路82は、NRDガイド77における伝播モードが通常はLSMモードで用いられる（導体板74・75はE面になる）ため、主導体層78・79がE面となるように用いる必要がある。また、この場合、誘電体導波管線路82は図5に示した副導体層を具備しない誘電体導波管線路では代用できない。ただし、主導体層78に形成する開口部78aの形状をスロット形状とすることにより、誘電体導波管線路82の主導体層78・79をH面となるように用いることができる。

【0050】また、高周波用回路基板71の一方の導体板75には結合用窓としての開口部75aが形成され、キャリア基板72の表面に位置する導体層78にも結合用窓としての開口部78aが形成されており、これら開口部75a・78aが互いに対向している。

【0051】なお、この例の場合におけるこれら開口部75a・78aは、それぞれその開口の中心が誘電体導波管線路82の端面より管内波長の2分の1程度となり、NRDガイド77の端面より管内波長の4分の1程度となるように設定する。これにより、誘電体導波管線路82を伝播してきた電磁波とその端面で反射した電磁波とが強め合う位置と、NRDガイド77を伝送方向に伝播する電磁波とその端面で反射した電磁波とが強め合う位置とが一致するので、結合が強いものとなる。ただし、より良い位置は電磁界解析により決定する必要がある。

【0052】そして、第1の高周波伝送線路77と第2の高周波伝送線路82とをその開口部75a・78a同士で接続するための導電性接続部材73は、対向させた開口部75a・78aの開口の周囲に沿ってその開口を取り囲むように、その間隔を信号波長の2分の1未満、好ましくは4分の1以下に設定して配置し、この例であれば導体板75および主導体層78に接合させることにより開口部75a・78aを接続する。

【0053】このような本発明の高周波伝送線路の接続構造によれば、高周波用回路基板71に形成されたNRDガイド77の内部を伝播してきた高周波信号は、導体板75に設けた結合用窓としての開口部75aから導電性接続部材73を介して、キャリア基板72内の誘電体導波管線路82とその主導体層78の開口部78aを通して結合し、その後、誘電体導波管線路82に沿って伝播して行く。

【0054】この例のようにNRDガイドを高周波伝送線路に用いた場合には、例えば、平面型のアンテナ基板

をNRDガイドの上に形成し、本発明の接続構造を用いることにより、NRDガイドについて確立されたフィルタや方向性結合器・サークキュレータ・発振器・ミキサ等の技術を利用して、容易にレーダモジュールが形成できるものとなる。

【0055】本発明の高周波伝送線路の接続構造においては、図3に示した実施の形態の例のように、高周波用回路基板およびキャリア基板に形成された高周波伝送線路、すなわち本発明の接続構造により接続する高周波伝送線路には、必ずしも同種類の高周波伝送線路を用いる必要はない。例えば、誘電体導波管線路と積層型導波管線路とを接続する場合や誘電体導波管線路とNRDガイドとを接続する場合であっても、高周波伝送線路として導波管線路内に中心導体を有しないものであれば、結合部での電磁界の乱れによる電磁波の漏れがないので望ましいものとなる。また、多少の電磁波の漏れを許容できるならば、ストリップ線路やマイクロストリップ線路・コプレーナ線路等の中心導体を有するものであってもこのような開口部を対向させて導電性接続部材により接続することによって結合することができ、その開口の周囲に導電性接続部材を所定間隔で配置することにより、損失の少ない接続構造を提供することができる。

【0056】また、開口部は、電磁的に結合するための、接地導体に開けられた電氣的な穴であり、図に示したような結合用の窓の形状であっても、あるいは細長い形状としたいわゆるスロットであってもよい。

【0057】なお、上記の実施の形態の各例では、開口部同士の接続部において、高周波用回路基板とキャリア基板との間、すなわち第1の高周波伝送線路と第2の高周波伝送線路の開口部間に、導電性接続部材の高さ分の空気層が介在することとなる。このため、ここでの特性インピーダンスが第1および第2の高周波伝送線路に対して不一致となり反射が発生することがある。

【0058】これに対しては、接続部の高周波用回路基板とキャリア基板との間、すなわち第1および第2の高周波伝送線路の開口部間ならびにその開口の周囲に配置された導電性接続部材の周囲に誘電体樹脂を充填することによって、特性インピーダンスの不一致を緩和し、高周波信号の反射を抑制することができる。

【0059】図4はそのような誘電体樹脂を充填した本発明の実施の形態の例を示す断面図であり、図1(a)と同様の接続構造を例にとって図示し、図1(a)と同様の箇所には同じ符号を付してある。

【0060】図4に示すように、第1の高周波伝送線路38の開口部35aと第2の高周波伝送線路43の開口部39aとを対向させ、開口部35a・39a間をその開口に沿って高周波信号の2分の1未満の間隔で配置した導電性接続部材33を介して接続し、それら開口部35a・39a間ならびにその開口の周囲に配置された導電性接続部材33の周囲に誘電体樹脂44を注入固化する等して充填することに

より、この開口部35a・39a間における高周波伝送線路38・43との特性インピーダンスの不一致は緩和することができる。

【0061】また、この誘電体樹脂44として、半導体素子のフリップチップ実装において使用される半導体素子を固定するためのいわゆるアンダーフィル樹脂を用いた場合には、誘電体樹脂44が誘電体媒質として開口部35a・39a間に介在するとともに、高周波用回路基板31とキャリア基板32とを機械的に接合させることもでき、耐環境性や信頼性に優れた安定した接続構造とすることができる。

【0062】さらに、誘電体樹脂44の比誘電率を高周波伝送線路の内部の誘電体の比誘電率の0.25倍～4倍程度にすることで、本発明の高周波伝送線路の接続構造における開口部境界と高周波伝送線路入力ポート間のVSWR（電圧定在波比）を2以下にすることができ、良好な高周波特性を有する接続構造とすることができる。

【0063】このような誘電体樹脂44としては、例えば反応硬化性や熱硬化性・光硬化性の誘電体樹脂等を用いることができ、中でも光硬化性の誘電体樹脂を用いると、一定の波長の光を照射するだけで容易に硬化させることができるので好ましい。

【0064】また、誘電体樹脂44を開口部35a・39a間ならびに導電性接続部材33の周囲に充填するには、例えば高周波用回路基板31とキャリア基板32との間に粘度を調整した誘電体樹脂44を一方から注入すれば、表面張力により自然に充填させることができる。

【0065】なお、本発明は以上の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更・改良を施すことは何ら差し支えない。例えば、導電性接続部材は開口部の周囲からやや距離をおいて配置してもよいし、開口部の形状は円形や楕円形・スロット形としてもよい。

【0066】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明の高周波伝送線路の接続方法によれば、第1および第2の高周波伝送線路の開口部を対向させ、開口部間をその開口の周囲に沿って高周波信号の信号波長の2分の1未満の間隔で配置した導電性接続部材を介して接続したことから、開口部が形成された接地導体層間を接続した導電性接続部材の間から電磁波は漏れることがなく、従って、第1および第2の高周波伝送線路の接続部で電磁波が漏れないこ

とにより、優れた高周波伝送線路の接続構造とすることができる。

【0067】また、対向させた開口部間ならびに開口の周囲に配置した導電性接続部材の周囲に誘電体樹脂を充填した場合には、高周波伝送線路の接続部分において開口部間に生じる特性インピーダンスの不連続を緩和することができ、より優れた高周波特性を有する高周波伝送線路の接続構造とすることができる。

【0068】以上により、本発明によれば、高周波用回路基板または高周波素子収納用パッケージをキャリア基板に接続する場合のような高周波伝送線路の接続構造において、高周波信号の不要放射や反射が少なく、また容易に接続可能な高周波伝送線路の接続構造を提供することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】（a）は本発明の高周波伝送線路の接続構造の実施の形態の一例を示す断面図、（b）はその高周波用回路基板の下面図である。

【図2】（a）は本発明の高周波伝送線路の接続構造の実施の形態の他の例を示す断面図、（b）はその高周波用回路基板の下面図である。

【図3】（a）は本発明の高周波伝送線路の接続構造の実施の形態の他の例を示す断面図、（b）はその高周波用回路基板の下面図である。

【図4】本発明の高周波伝送線路の接続構造の実施の形態の他の例を示す断面図である。

【図5】誘電体導波管線路の例を示す概略斜視図である。

【図6】誘電体導波管線路の他の例を示す概略斜視図である。

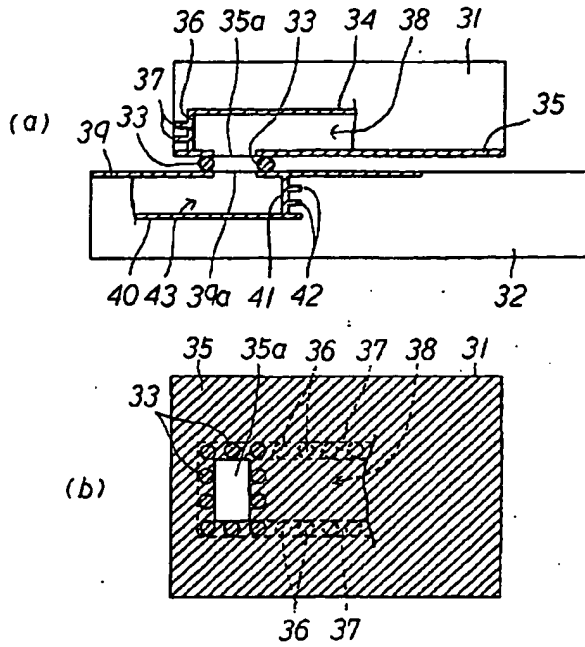
【図7】縦型の積層型誘電体導波管の例を示す概略斜視図である。

【図8】従来の高周波信号の接続方法の例を示す断面図である。

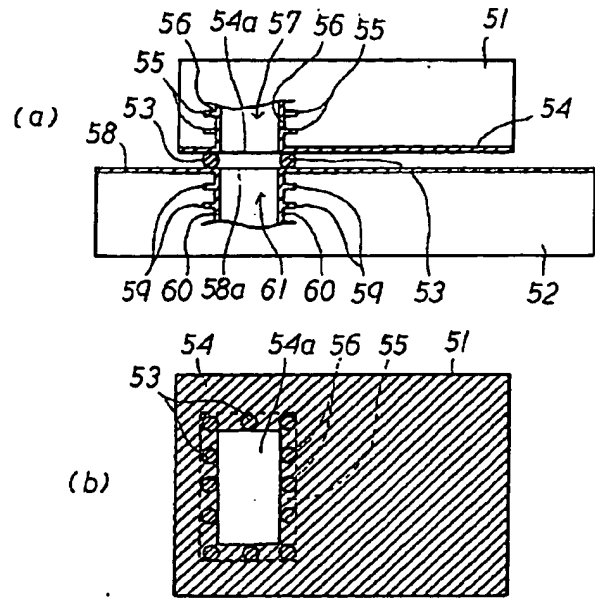
【符号の説明】

38、57、77・・・第1の高周波伝送線路
35a、54a、75a・・・開口部
43、61、82・・・第2の高周波伝送線路
39a、58a、78a・・・開口部
33、53、73・・・導電性接続部材
44・・・誘電体樹脂

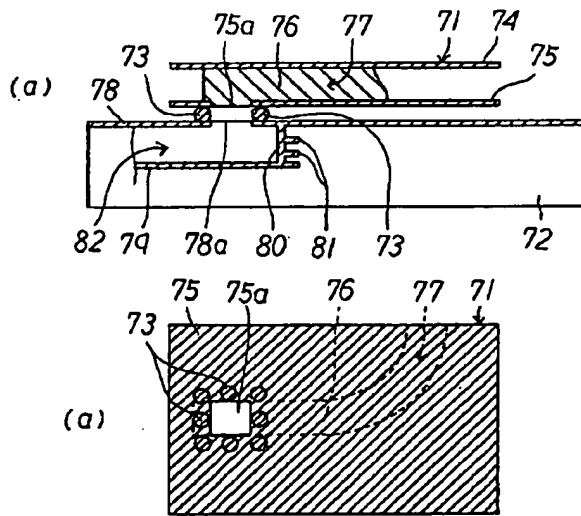
【図1】



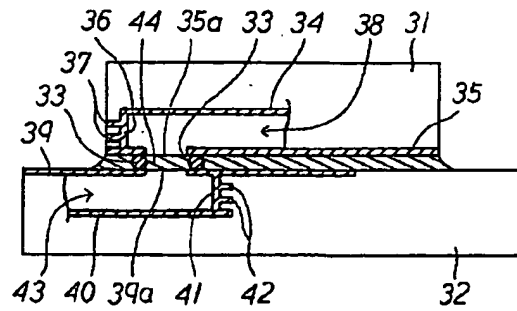
【図2】



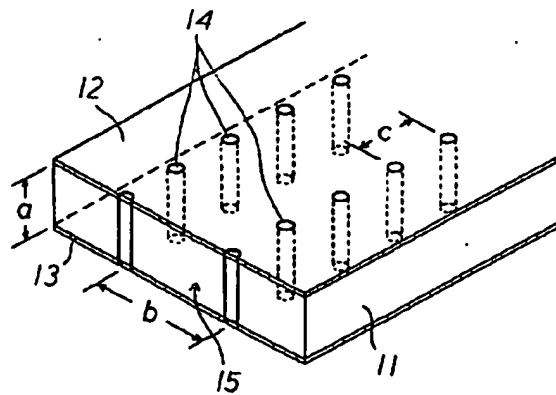
【図3】



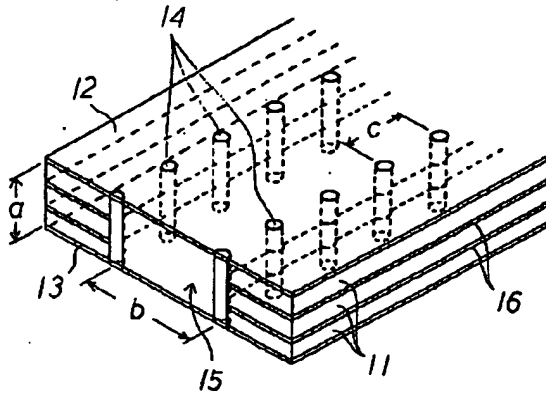
【図4】



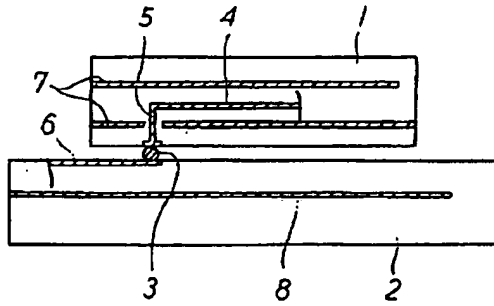
【図5】



【図6】



【図8】



【図7】

